

Jesse Perttunen

# Työturvallisuus ontelolaattakuormien purku- työssä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan k.o

Insinöörityö

2.8.2018

Tekijä Otsikko	Jesse Perttunen Työturvallisuus ontelolaattakuormien purkutyössä
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liite 2.8.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan koulutusohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakentamisen projektihallinta
Ohjaajat	Lehtori Juha Virtanen Työpäällikkö Mikko Vaittinen
<p>Insinööriyössä tutkittiin ontelolaattakuormien työmaalla kuorma-autosta tapahtuvan purku-prosessin työturvallisuusriskejä sekä eri tapoja toteuttaa purkutyön putoamissuojaus. Elementtityö on korkean riskin työtä, siinä työskennellään usein korkealla maasta sekä nostetaan useiden tonnin painoisia betonielementtejä. Putoamissuojaus ontelolaattakuormien purkupaikoilla oli pitkään rakennusosalalla käytännössä olematonta, kunnes aluehallintavirasto päätti puuttua asiaan. Syksyn 2017 tehotarkastukset asian tiimoilta työmailla osoittivat ongelman laajuuden, ja tästä syystä tätä insinööriyötä lähdettiin suorittamaan. Työn tavoitteena oli selvittää eri ratkaisuja putoamissuojauksen toteuttamiselle, sekä kartoittaa muita työturvallisuuteen vaikuttavia tekijöitä kuorman purussa.</p> <p>Tutkimuksessa kartoitettiin haastatteluiden sekä sähköpostikeskusteluiden avulla tällä hetkellä käyttöön tulleita putoamissuojausjärjestelmiä, sekä etsittiin tietoa Suomen ulkopuolella käytössä olevista järjestelmistä ja niiden potentiaalista. Samalla Skanskan henkilöstön haastatteluissa kartoitettiin muita mahdollisia riskejä ja ongelmia työturvallisuudessa aiheeseen liittyen. Kerätyn tiedon pohjalta tehtiin tutkimukseen päätelmät isoimpien riskitekijöiden vaikutuksesta työturvallisuuteen sekä niiden ehkäisykeinoista.</p> <p>Insinööriyön tuloksena syntyi kattava kartoitus purkupaikkojen eri putoamissuojausjärjestelmistä ja niiden soveltuvuuksista. Lisäksi tutkimuksessa saatiin tietoa muista turvallisuusriskeistä sekä niiden ehkäisystä. Tutkimuksen perusteella paras käytössä oleva putoamissuojausjärjestelmä tällä hetkellä on rakenteellinen ratkaisu, esimerkiksi telineet. Valjaisiin tukeutuvat järjestelmät todettiin huonoiksi, joskin toisinaan ainoaksi mahdolliseksi ratkaisuksi. Haastateltavat näkisivät mielellään auton mukana kulkevan järjestelmän jatkokehitystä.</p>	
Avainsanat	Ontelolaatta, putoamissuojaus, työturvallisuus

Author Title	Jesse Perttunen Safety issues of unloading hollow core slabs
Number of Pages Date	32 pages + 1 appendice 2 August 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Project Management for Construction
Instructors	Juha Virtanen, Senior Lecturer Mikko Vaittinen, Construction Manager
<p>This bachelor's thesis studied the safety hazards of unloading hollow-core slabs at a construction site, while also researching different kinds of fall protection systems which could be used when unloading the slabs. Working with precast concrete elements is always high-risk work since it usually involves working high off the ground, and lifting heavy concrete elements weighing several tons. Even though it was mandatory by law, fall protection was rarely implemented on unloading zones of hollow-core slabs until Regional State Administrative Agency decided to intervene. During autumn 2017 they checked a large number of construction sites in southern Finland and realized they needed to take actions to improve the safety situation. That is also one of the reasons this thesis was made. The object of the thesis was to find out different ways to implement falling protection, while also to map out other safety issues while unloading precast concrete elements.</p> <p>The information for the thesis was gathered through interviews, e-mail conversations and both online and written literature. The object was to find information about fall protection systems used in Finland and all over the world. A number of employees, both blue and white collar workers were interviewed to gain deeper knowledge about safety hazards related to the subject. Based on the information gathered, the biggest hazards, their impacts on safety and how to prevent them were concluded to the thesis.</p> <p>The result was a thorough list of different kinds of fall protection systems and their applicability with hollow-core slabs. Additionally, more information about safety hazards, potential risks and ways to prevent them from happening were found. The study revealed that the best fall protection system to use with hollow-core slabs right now is a structural solution, for example with scaffolding. Systems relying on safety harnesses were found inconvenient, although they seemed like the only option in some cases. Most of the people interviewed would like to see further development on a system that is attached to the vehicle transporting the slabs.</p>	
Keywords	Precast concrete, work safety, construction, hollow core slab

## Sisällys

Sisällys	4
1 Johdanto	1
1.1 Tausta	1
1.2 Tavoite	1
1.3 Rajaukset	2
2 Betonielementtirakentaminen	2
2.1 Betonielementit Suomessa	2
2.2 Yleisimmät käytössä olevat betonielementtirakenteet	2
2.3 Ontelolaatta	2
3 Työtaturmat rakennusalalla	4
3.1 Rakennusalan tapaturmat	4
3.2 Elementtityön vaaratekijöitä	5
3.3 Työtaturmat Skanskalla	6
4 Elementtikuormien purku työmailla	6
4.1 Elementtien vastaanotto ja valmiudet työmaalla	7
4.2 Erilaisia putoamissuojausvaihtoehtoja	7
4.2.1 Työmaakohtainen putoamissuojaus	8
4.2.2 Kuorma-auton mukana kulkeva putoamissuojaus	11
4.3 Haastatteluissa esiin tulleet ongelmat putoamissuojauksen toteutuksessa	14
4.4 Ontelosaksien käyttö ja riskit elementtityössä	16
4.5 Alamiesten rooli elementtiasennuksessa	18
4.6 Aluehallintoviraston toimenpiteet	20
5 Putoamissuojaus maailmalla, kehitysehdotuksia	20
5.1 Ilmalla täytettävä putoamissuojaus	21
5.2 Erilaiset kaidejärjestelmät	22
5.3 Kehitysehdotuksia ja ideoita putoamissuojausjärjestelmälle	27
5.3.1 Nivelet ja kaiteet -järjestelmä	27
5.3.2 Henkilökohtainen ilmatyyny	28
6 Yhteenveto	30



# 1 Johdanto

## 1.1 Tausta

Tämä opinnäytetyö tehdään Skanska Talonrakennus Oy:lle. Skanska on toiminut Suomessa vuodesta 1994 lähtien, ja on tänä päivänä yksi Suomen johtavista asuntojen, toimisto- ja tuotantotilojen sekä infrastruktuurin rakentajista. Betonielementtien käyttö on erittäin yleistä Skanskan työmailla.

Työsuojeluviranomaiset ovat pitkään olleet huolissaan betonielementtien purku- sekä asennustyön turvallisuudesta rakennustyömailla. Työhön liittyy korkea putoamisriski, ja vakavia tapaturmia on sattunut paljon. Vuoden 2017 syyskuussa työsuojeluviranomaiset suorittivat tehovalvontaa Etelä-Suomen rakennustyömailla, joilla purettiin ja asennettiin suuria elementtejä. Ainoastaan yhdellä käydyistä työmaista oli suunnitelma elementtien purkutyön turvallisuuteen liittyen. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan turvallisen betonielementtien purkupaikan edellytyksiä sekä toteutustapoja sekä etsitään mahdollisia haasteita toteutukselle sekä syitä, miksi turvallisuusohjeistuksia saatetaan jättää noudattamatta.

## 1.2 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia betonielementtien, erityisesti ontelolaattojen työmaan purkupaikkojen putoamissuojaukseen liittyviä ongelmia sekä ratkaisuja putoamissuojauksen toteutukseen Skanska Talonrakennus Oy:lle. Työssä selvitetään Skanskan työmaahenkilöstön haasteellisiksi kokemat seikat elementtityöhön sekä eritoten elementtikuormien purkuun liittyen, sekä keinot, joilla ongelmia voidaan ratkaista. Lisäksi työssä ollaan yhteydessä Skanska Rakennuskone Oy:hyn ja selvitetään, millaisia vaihtoehtoja teline- ja putoamissuojaukseen elementtiasennukseen liittyen on tällä hetkellä tarjolla sekä miten tarjontaa voidaan kehittää. Tavoitteena on saada tällä hetkellä käytössä olevista vaihtoehtoista vertailukelpoista tietoa mm. Kustannuksista ja käyttökokeuksista. Työssä on tarkoitus tarkastella purkupaikkojen turvallisuusseikkojen nykyhetkeä sekä tulevaisuutta myös laajemmalla skaalalla, sekä etsiä uusia, vaihtoehtoisia tapoja putoamissuojauksen toteuttamiselle.

### 1.3 Rajaukset

Työ rajataan koskemaan työturvallisuutta betonielementtien asennustyötä uudisrakennustyömaalla. Työ tarkastelee pääosin ontelolaattojen ja TT-laattojen kuorman purkua, sekä niihin liittyviä turvallisuusseikkoja. Seinäelementteihin liittyviä turvallisuusasioita ei työssä ole tarkoitus tarkastella. Työtä voi soveltaa osin vastaavanlaisten kuormien purkutyöhön.

## 2 Betonielementtirakentaminen

### 2.1 Betonielementit Suomessa

Ensimmäiset tehdasvalmisteiset betonielementit Suomessa valmistettiin 1950-luvulla. Kaupungistuminen loi merkittävän asuntojen tarpeen 1960–1970 –luvuilla. Se johti betonielementtiteollisuuden suureen kehitysharppaukseen samalla ajanjaksolla, sillä asuntopulaan vaadittiin nopeita ja kustannustehokkaita ratkaisuja. Nykyisin yleisin tapa Suomessa toteuttaa monikerroksisen toimitila- tai asuinrakennuksen runko on käyttää betonielementtirakenteita. Elementtirakentamisen eduksi usein nähdään nopea ja taloudellinen kokonaistoteutus, sekä rakenteiden tasainen laatu. Betonielementtitehtaan tasaiset olosuhteet tekevät valmistus- ja valuprosessista helpommin hallittavan verrattuna rakennustyömaan jatkuvasti muuttuviin olosuhteisiin. [1.]

### 2.2 Yleisimmät käytössä olevat betonielementtirakenteet

Asuntorakentamisessa Suomessa yleisimmät käytetyt betonielementit ovat betonipilarit ja -palkit, sandwich-julkisivuelementit, ontelolaatat sekä kuorilaatat, väliseinäelementit, sokkelielementit sekä erilaiset parveke- ja porraselementit. Tässä työssä käsitellään lähinnä ontelolaattoja, mutta sitä voidaan soveltaa myös osin TT-laattoihin. [1.]

### 2.3 Ontelolaatta

Ontelolaatta on esijännitetty laattaelementti, joka on kevennetty laatan pituussuunnassa kulkevilla onteloilla. Ontelolaattojen valmistukselle on tyypillistä korkealaatuiset raaka-

aineet (jänneteräokset sekä korkean lujuusluokan betoni). Laatat valetaan valukoneella valualustalle ilman erillistä muottia; Käytettävä massa on niin jäykkää, että se säilyttää muotonsa. Asennuksen jälkeen laatan päälle tarvitaan lisäksi tasoite-, tai pintabetonikerros. [1.], [12.]

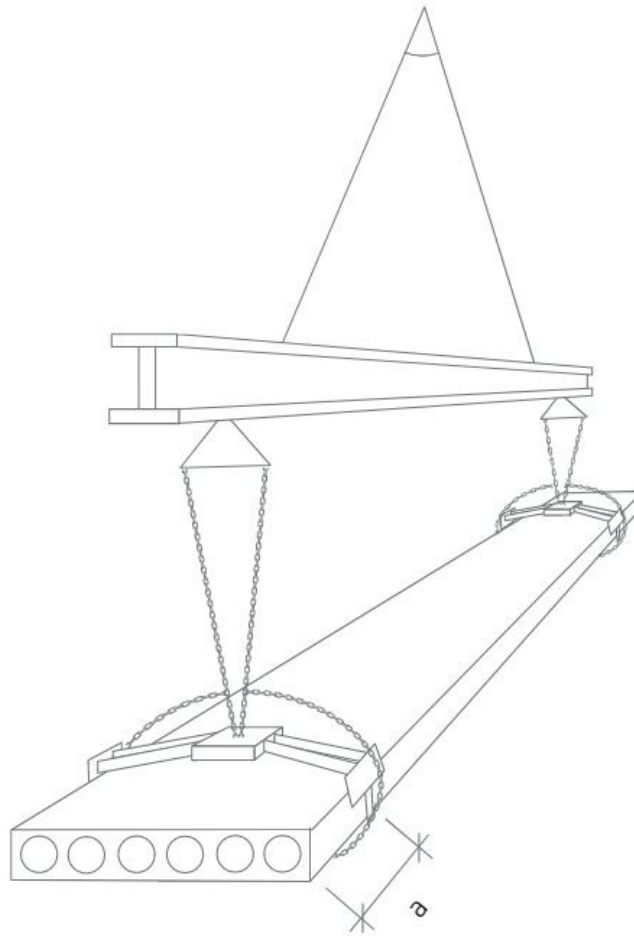


Kuva 1. Ontelolaatta. Kuva: Rakentaja.fi

Ontelolaatat ovat pitkälti standardimitoitettuja. Valmistuskorkeudet ovat 150, 200, 265, 320, 370, 400 ja 500 mm. Vakioleveys ontelolaatalle on 1200 mm. Käyttökohteita ontelolaatoille ovat rakennusten ala-, väli- ja yläpohjat. Ontelolaatta on yleisimmin käytetty elementtilaattatyyppi Suomessa. Pitkät jännevälit, hyvä kantokyky, kustannustehokkuus sekä asennuksen nopeus ovat syinä niiden käytön suosioon. [1.], [12.]

Ontelolaattojen käsittelyyn työmaalla käytetään yleensä Suomessa nostopuomia sekä ontelosaksia. Ontelosakset asetetaan ontelolaatan sivussa olevaan nostouraan laatan päihin, kuitenkin niin, että laatan pään ja nostosaksen väliin jää vähintään 200 mm. Noston varmistamiseksi ontelosaksista löytyvä turvaketju kiinnitetään ja kiristetään laatan ali. Nostopuomiin tulevien vaijereiden välinen kulma ei saa ylittää 60 astetta. Tällöin saksien pettäessä tai ontelolaatan murtuessa laatta ei tipu maahan, vaan jää turvaketjujen vaaraan. [13.]





Kuva 2. Ontelolaattojen nostopuomi sekä ontelosakset. Kuva: parma.fi

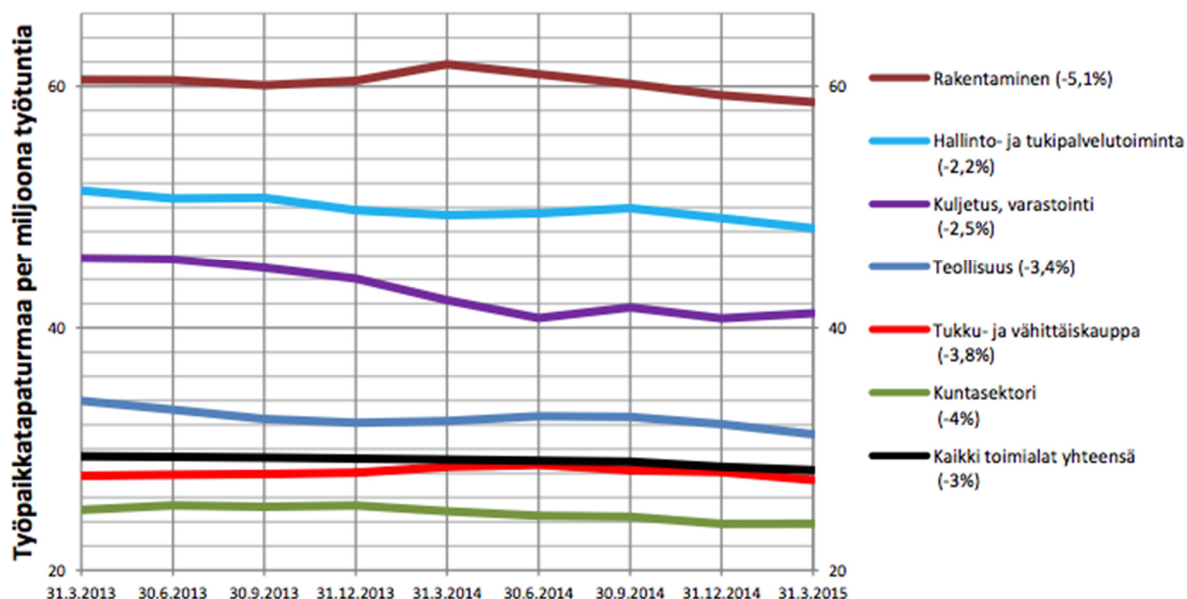
Ontelolaattojen nostotavoista ja niiden työturvallisuudesta on käyty pitkään keskustelua, ja aiheeseen syvennyttään tarkemmin myös tässä opinnäytetyössä.

### 3 Työtapaturmat rakennusalalla

#### 3.1 Rakennusalan tapaturmat

Rakennusalan tapaturmalaaajuus, eli sattuneiden tapaturmien lukumäärä miljoonaa työtuntia kohden on laskenut tasaisen jatkuvasti. Vuonna 2005 tapaturmalaaajuus oli rakennusalalla yli 80, kun taas vuonna 2015 vastaava arvo oli 63. Myös kuolemaan johtavien ja muiden vakavien tapaturmien määrät ovat olleet laskussa. Tästä huolimatta rakennusalalla sattuu silti enemmän tapaturmia vuodessa kuin millään muulla toimialalla. [2.], [5.]

### Arvio palkansaajien työpaikkatapaturmien taajuuden kehityksestä (rullaava tilasto)



Kuva 3. Arvio palkansaajien työpaikkatapaturmien taajuuden kehityksestä vuosina 2013–2015.

Viime vuosina työturvallisuuteen oman haasteensa on tuonut ulkomaisen työvoiman lisääntyminen rakennustyömailla; Yhteistä kieltä ei aina löydy välttämättä ollenkaan. Yhteisen kielen puute hankaloittaa kommunikointia, ja etenkin uuden henkilön perehdytyksessä on tärkeää, että työmaan vaaran paikat ja riskitekijät ymmärretään selkeästi. [6.]

### 3.2 Elementtityön vaaratekijöitä

Elementtiasennustyön suurimpia vaaratekijöitä ovat erityisesti korkealla työskentely, elementtien nostot, telineillä ja työtasoilla työskentely, rakennuksen holvilla olevat kuilut ja aukot sekä tulityöt. Työssä käytetään lisäksi monenlaisia työkaluja, joiden käytöstä voi aiheutua riskejä sekä vaaratilanteita. [7.]

Erityisesti ontelolaattojen purkuun sekä nostotyöhön liittyvät vaaratekijät aiheutuvat lähinnä korkealla työskentelystä. Täyden ontelolaattakuorman päällä työskennellessä, esimerkiksi nostosaksia kiinnittäessä ollaan mahdollisesti yli kahden metrin korkeudessa. Kahden metrin korkeudelta pudottaessa vakavat vammat ja jopa kuolema ovat mahdollisia. Muita huomioon otettavia vaaratekijöitä kuorman päältä putoamisen lisäksi ovat kuorman kaatuminen sidontaketjuja avatessa, nostokaluston (nostosaksien) tekniset viat

ja huolimattomuudesta johtuvat nostosaksien irtoamiset nostoissa sekä ontelolaattojen valmistevirheet (valuurvirheet nostourissa, kuljetuksen aikana tulleet halkeamat).

### 3.3 Työtapaturmat Skanskalla

Skanskalla on tapahtunut Etelä-Suomen asuntorakentamisen yksikössä vuoden 2014 jälkeen 5 onnettomuutta tai läheltä piti -tilannetta, jotka ovat aiheutuneet ontelolaattojen kuormien purun aikana. Näistä yhdessä aiheutui vakavia vammoja loukkaantuneelle henkilölle, joka putosi ontelolaattakuorman päältä. Purkupaikalla ei ollut käytössä putoamissuojausta. Vaikka tilanteiden lukumäärä ei vaikuta suurelta, on jokaisessa tapah- tumassa ollut riski vakaviin vammoihin tai jopa kuolemantapauksiin. Koko Suomessa ra- kennusalalla yleisesti tapahtuu vuosittain noin 500 työtapaturmaa kuorman päältä pu- dottaessa. [17.], [8.]

## 4 Elementtikuormien purku työmailla

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009) määrittelee lain vaatimat toimenpiteet työturvallisuudelle rakennusalalla. Pykälässä 28 mainitaan seu- raavaa: "...Sellaisten työtasojen ja kulkuteiden vapailla sivuilla, joilta voidaan pudota kahta metriä korkeammalta, sekä muulloinkin, milloin on olemassa erityinen tapaturman tai hukkumisen vaara, on oltava suojakaiteet tai muut suojarakenteet." Lisäksi mainitaan: "...Korkealla tehtävässä työssä on käytettävä putoamisen estävällä suojauksella varus- tettuja työtasoja tai henkilönostolaitteita taikka suojaverkkoja tai muita rakenteisiin kiin- nitettäviä putoamisen estäviä suojarakenteita." Vaikka laki on asiassa yksiselitteinen, sen noudattaminen on ollut ontelolaattakuormia purettaessa pitkään koko rakennusalalla Suomessa heikkoa. Aluehallintovirasto puuttui asiaan syksyllä 2017 tehden tehotarkas- tuksia Etelä-Suomen rakennustyömailla. 122 tarkastetusta työmaasta 36 työmaalla oli käynnissä elementtikuorman purkutyö. Vain 16:sta löytyi asianmukainen putoamissuo- jaus. [18.], [4.]

Putoamissuojauksen eri toteutustapoja ja haasteita lähdettiin kartoittamaan opinnäyte- työhön haastattelemalla yhteensä kolmen eri Skanskan työmaan henkilöstöä. Haasta- teltavat koostuivat kahden eri elementtiasennusryhmän etumiehestä, runkotyönjohta- jista, vastaavista mestareista sekä muista työmaan toimihenkilöistä. Lisäksi haastateltiin

Etelä-Suomen aluehallintoviraston edustajaa sekä oltiin yhteyksissä ontelolaattoja valmistavan Parma Oy:n työturvallisuudesta vastaaviin henkilöihin.

#### 4.1 Elementtien vastaanotto ja valmiudet työmaalla

Jo työmaan aluesuunnittelua tehdessä täytyy pitää mielessä elementtiasennuksen vaatimat tarpeet. Työmaalle johtava tie sekä elementtien purkupaikka täytyy olla mitoitettu painavia, leveitä ja pitkiä kuljetusautoja varten; Tien pitäisi kestää 10...20 tonnin akseli- tai telipaino ja olla yksisuuntaisena vähintään kolme metriä leveä. Kaarteiden sisäsäde tulee olla vähintään neljä metriä, leveys 8...10 metriä ja kaltevuus korkeintaan 4...5 %. Mahdollisuuksien mukaan yhdistelmäajoneuvoille tulisi järjestää läpiajomahdollisuus, joka sekä nopeuttaa työmaan logistiikkaliikennettä että vähentää riskejä, joita aiheutuu yhdistelmien käännöksistä ja peruuttamisista. [1.]

Elementtikuorman saavuttua työmaalle elementtien tilaaja, eli useimmiten urakoitsijan työnjohtaja suorittaa vastaanottotarkastuksen. Vastaanottotarkastuksessa katsotaan, että elementtikuorman sisältö on oikea, elementeissä on tunnistetiedot valmistajasta ja elementin painosta sekä tarkistetaan, että elementit eivät ole vaurioituneet kuljetuksen aikana. Lisäksi on tarkistettava, että elementtien mahdolliset nostopisteet ovat kunnossa, oikeanlaiset ja oikeissa paikoissa. Ontelolaatoissa tarkistetaan lisäksi, että nostoura on ehjä eikä vaurioitunut, valutulpat ovat valmiina ontelolaattojen päissä ja punosliukumat eivät ylitä hylkäysraja-arvoa. Mahdolliset virheet ja puutteet merkataan ylös rahतिकirjaan. Jos elementtejä on rikkoutunut kuljetuksessa tai ne ovat vääränlaisia, niistä otetaan valokuvat ja tiedot lähetetään eteenpäin elementtitehtaalalle. [1.], [12.], [13.]

Suurimmat riskit elementtien vastaanotossa ja varastoinnissa syntyvät riittämättömästä purkupaikasta. Harmittavan usein purkupaikkoja ei ole juurikaan otettu huomioon alue- tai elementtiasennussuunnitelmaa tehdessä, jolloin sieltä usein puuttuu tarvittava putoamissuojaus.

#### 4.2 Erilaisia putoamissuojausvaihtoehtoja

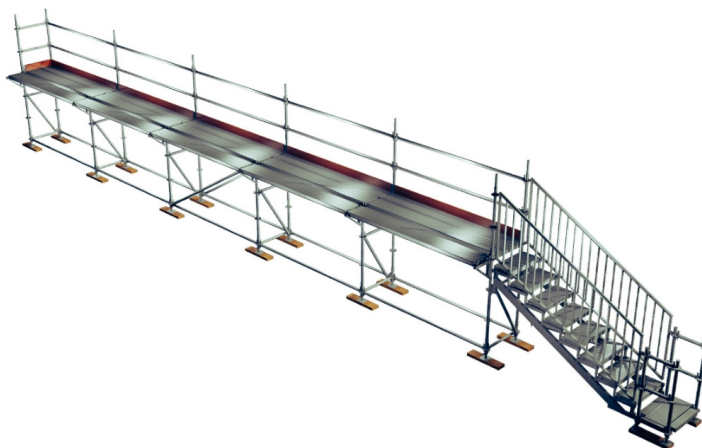
Putoamissuojauksen voi toteuttaa kahdella eri tavalla; Joko rakenteellisesti tai henkilökohtaista putoamissuojausta käyttäen. Rakenteellinen putoamissuojaus tarkoittaa tässä

tapauksessa purkupaikalle asennettavaa tai rakennettavaa kaiteellista telinettä, joka on ontelolaattoja kuljettavan kuorma-auton lavan korkuinen. Henkilökohtaisella putoamissuojauksella tarkoitetaan lähes aina valjaita, jotka korkealla työskentelevä henkilö pukee päälleen ja kiinnittää tarraimen vaijeriin. Mahdollisen putoamisen sattuessa tarrain pysäyttää putoamisen.

Edellä mainittujen lisäksi putoamissuojaustavat voidaan luokitella kahteen eri ryhmään: Kuorma-auton mukana kulkevaan putoamissuojaukseen sekä työmaalle asennettaviin, kiinteisiin putoamissuojausjärjestelmiin.

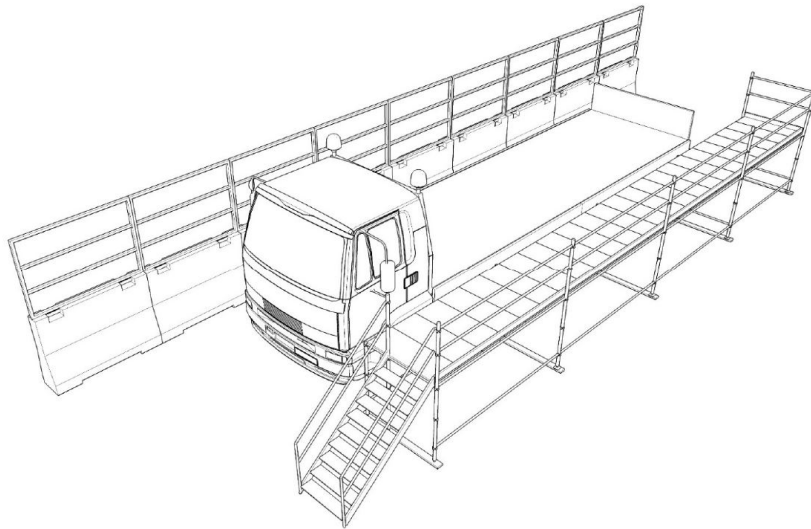
#### 4.2.1 Työmaakohtainen putoamissuojaus

Turvallisin vaihtoehto kuorman purkupaikaksi on kiinteä, rakenteellinen putoamissuojaus. Tämä tarkoittaa käytännössä purkupaikan molemmilla laidoilla olevia telineitä, joiden väliin kuorma-auto ajetaan. Skanska Konevuokrauksen valikoimiin on tullut tähän tarkoitukseen soveltuvia, kahta eri kokoa olevia telineratkaisuja. Kapeampi malli on metrin levyinen, suuremmalla leveyttä on 1,4 metriä. Molemmat telineet ovat säädettävissä 10–12 metrin pituisiksi.



Kuva 4. Elementtien purkutaso (Kuva: Skanska Konevuokraus)

Auton molemmille puolille sijoitettujen telineiden etuna on helppo liikkuvuus purkua suoritettaessa. Myös nostotapahtuman riskit vähenevät verrattuna valjaiden ja turvaorsien käyttöön. Järjestelmän huonona puolena voidaan pitää suurehkoa tilantarvetta purkupaikalta, joka rajoittaa sen käyttöä erityisesti ahtaille tonteille rakennettaessa.



Kuva 5. Telineet voidaan asentaa vain toiselle puolelle, jos vastapuolella on seinä (Kuva: Skanska)

Jos purkupaikka rajautuu katuun tai rakennukseen, voidaan purkupaikka sijoittaa niin, että telineet rakennetaan ainoastaan toiselle puolelle. [9.] Kuorma-auto ajetaan tällöin telineen ja rakennuksen seinän tai väliaikaisseinän väliin, jolloin molemmat puolet ovat varmistettu putoamiselta. Hinnastot kaikille telineille löytyvät Skanska Konevuokrauksen internetsivuilta.

Jos tilanpuutteen tai muiden syiden vuoksi ei ole mahdollista toteuttaa purkupaikkaa rakenteellisella putoamissuojauksella, on silloin putoamisen estämiseksi käytettävä valjaita. Skanskan Gustaf Wilhelm -korttelin työmaalla on kaksi elementtien purkupaikkaa, jotka molemmat sijaitsevat tontin ahtaudesta johtuen kahdella tonttia rajaavalla kadulla. Putoamissuojaus toteutettiin työmaalla puusta rakennetulla telineellä ja kahdella COM-BISAFE-lastausjärjestelmällä, joihin purkua suorittavat henkilöt kiinnittävät valjaat. Lisäksi kadulla oli henkilö vastaamassa liikenteenohjauksesta, sillä katualue on liikennöity. Purkupaikkojen kustannukset olivat työmaalle urakoitsijalta ostettuna työtunnit ja materiaalit laskien noin tuhat euroa.



Kuva 6. Toinen GW-Korttelin työmaan purkupaikoista. (Kuva: Jesse Perttunen)

Työmailla haastatteluja tehdessä lähestulkoon kaikki haastateltavat pitivät rakenteellista putoamissuojausta parhaimpana ratkaisuna. Kysymykseksi nousi monilla työmaiden ahtaus; Moni piti rakenteellista purkupaikkaa tilaa erittäin paljon vaativana ratkaisuna. Kuitenkin huolellisella suunnittelulla ja esityöllä purkupaikka on mahdollista toteuttaa melko ahtaillekin työmaille. Jo aluesuunnitelmaa ja elementtiasennussuunnitelmaa tehdessä on huomioitava purkupaikan tilavaatimukset. Telineitä ei myöskään ole pakko säilyttää purkupaikassa silloin, kun kuormia ei olla purkamassa. Voidaan esimerkiksi tehdä niin, että toinen telineistä nostetaan nosturilla paikalleen ainoastaan purkua tehdessä, jonka jälkeen se siirretään vähemmän ahtaaseen paikkaan ja tilaa vapautuu. Työmaan logistiikan huolellinen suunnittelu vaikuttaa suoraan siihen, kuinka paljon vapaata tilaa tontilla on käytettävissä. Lisäksi asia tulee ottaa huomioon tilaajan puolesta jo hankesuunnittelua tehdessä ja rungon toteutustapaa valitessa. Jos rakennetaan tontille, jonne rakenteellinen putoamissuojaus on mahdotonta toteuttaa, voitaisiin hankesuunnittelussa pohdita esimerkiksi paikallavaluna tehtäviä välipohjia ontelolaattavälipohjien sijaan. Työturvallisuusaspekti tulisi huomioida siis jo aikaisessa vaiheessa.





Kuva 7. GW-korttelin työmaan toinen purkupaikka. Tiellä on liikenteenohjaus ontelokuorman purun ajan.

Valjaisiin tukeutuvat putoamissuojausratkaisut saivat etenkin työntekijöiltä heikkoa kannatusta. Riskinä valjaiden ja turvaorren kanssa toimiessa on valjaiden vaijerin tai turvaorren jääminen kiinni nostettavaan onteloon tai ontelosaksiin ja puumiin. Alamiehen ja kuormaa purkavan kuorma-autokuljettajan täytyy jatkuvasti ottaa huomioon vaijerin sekä turvaorren paikka, kun laattaelementtiä lähdetään nostamaan. Nosturin kuljettaja ei todennäköisesti näe ylhäältä tarraimen ohutta vaijeria. Valjaiden kanssa toimiessa onkin erityisen tärkeää tehdä nostot turvallisella tahdilla niin, että alamies varmistaa noston esteettömyyden ja tarvittaessa siirtää turvaorren tai vaijerin pois nostettavan laatan tieltä. Turvallisen toiminnan tahtotila täytyy olla mukana jokaisessa nostossa ja sen merkitystä korostaa esimerkiksi työn turvallisuussuunnitelmaa ja perehdytystä tehdessä.

#### 4.2.2 Kuorma-auton mukana kulkeva putoamissuojaus

Ontelolaattoja valmistavista yrityksistä Parma on tehnyt kehitystyötä pitkään kuorma-autojen mukana kulkevien putoamissuojausjärjestelmien kanssa. Vuonna 2012 tehtiin pilottiversio turvaverkosta, joka kulkee auton mukana ja kiinnittyy auton toiselle laidalle estäen näin putoamisen maahan kuorman päältä. Toispuoleinen verkko vaati purkupaikan toiselle puolelle esimerkiksi seinän, jonka viereen kuorma-auton voidaan ajaa. Ra-



kennusliikkeiden kiinnostus järjestelmästä oli Skanskaa lukuun ottamatta kuitenkin vähäistä. Verkon ongelmaksi mainittiin mm. Tilan tarve auton ympärillä, vaikka verkko ei vienytkään juuri enempää tilaa kuin kiinteä purkuasema. Toiseksi ongelmaksi muodostui kuljetuskaluston erilaisuus, yksi malli ei ollut asennettavissa kaikkiin perävaunuihin. Myös tieliikennelaki asettaa vaatimuksia jälkiasennettaville lisävarusteille. Parma on lopettanut verkon kehitystyön, eikä sitä olla ottamassa käyttöön Parman kuljetusautoihin. [10.]



Kuva 8. Kuorma-auton mukana kulkeva turverkko asennettuna ja käyttövalmiina

Sittemmin Parma on kehittänyt version, jossa kuorman kuljetusalustaan kiinnitetään metalliset turvatangot. Turvatangot asetetaan kuljetusalustan kiinnitysholkkiin ja lukitaan sokkatapilla. Tankoon voidaan kiinnittää valjaisiin kiinnittyvä tarrain joko suoraan, tai tankojen välille voidaan vetää väliliina, johon tarrain kiinnitetään. Liina mahdollistaa vaapaamman liikkumisen kuorman päällä. Järjestelmä on testattu ja hyväksytetty Työterveyslaitoksella viralliseksi putoamissuojauratkaisuksi. Parma on päättänyt, että järjestelmä asennetaan kaikkiin Parman kuljetuksia tekeviin autoihin. On epäselvää, kuinka paljon järjestelmän asennus vaikuttaa kuljetushintoihin. Asennus autosta riippuen maksaa Parman mukaan kolmesta kymmeneen tuhanteen euroon.



Kuva 9. Parman järjestelmä asennettuna autoon. Tarrain voidaan kiinnittää suoraan tolppaan tai tolppien väliin asennettavaan liinaan. (Kuva: Parma.fi)

Auton mukana kulkeva putoamissuojaus sai haastatteluissa lämpimän vastaanoton. Se vähentäisi työmaan tarvetta suunnitella ja toteuttaa purkupaikka. Autossa kulkeva putoamissuojaus parantaa esimerkiksi pientalotyömaiden kuormien purun turvallisuutta, jossa harvoin panostetaan asiaan kustannus-, ja muista syistä. Toisaalta valjaiden varaan rakentuvaa putoamissuojausta kritisoitiin lähes kaikkien haastateltavien puolesta. Autossa kulkeva järjestelmä onkin silloin hyvä, jos rakenteellista putoamissuojausta ei pystytä toteuttamaan työmaalle. Kuitenkin etenkin suurille ja keskisuurille työmaille, jossa koko rungon välipohjarakenteet toteutetaan ontelolaatoilla, on suositeltavaa hankkia rakenteellinen putoamissuojaus. Valjaiden vaijerit sekä tarrainten kiinnityslinjat ovat hankalasti havaittavissa torninosturista käsin ja saattavat aiheuttaa vaaratilanteita nostoissa. Työturvallisuuden sekä työ mukavuuden kannalta telineillä tai vastaavilla toteutettu purkupaikka on paras ratkaisu. Auton mukana kulkeva ratkaisu on omiaan esimerkiksi pienille kohteille sekä rakennuksille, joissa esimerkiksi vain alapohja toteutetaan ontelolaatoilla. Jotta järjestelmää voitaisiin soveltaa hyvin myös suuremmille kohteille, tulisi se olla toteutettuna esimerkiksi auton sivuihin asennettavilla laidoilla, jotka voisi purun ajaksi laskea telineeksi, joka toimisi samalla putoamissuojana.

#### 4.3 Haastatteluissa esiin tulleet ongelmat putoamissuojauksen toteutuksessa

Opinnäytetyötä varten haastateltiin Skanska Talonrakennus Oy:n henkilöstöä runkoryhmien nokkamiehistä runkotyönjohtajiin ja työmaiden vastaaviin mestareihin yhteensä kolmella eri Skanskan työmaalla (As Oy Espoon Koho ja Perho, As Oy Helsingin Ruutana sekä Gustaf-Wilhelm – korttelikokonaisuus). GW – korttelin työmaalla haastatteluun osallistui lisäksi työmaainsinööri sekä työmaan logistiikasta vastaava työnjohtaja. Suurimmiksi ongelmiksi putoamissuojausta suunnitellessa ja toteuttaessa nousivat pääosin kolme seikkaa:

- Tilan puute työmaalla ja putoamissuojauksen vaatima tilantarve
- Valjaiden ja turvaorren työturvaongelmat
- Kuorma-auton kuljettajien pätevyys ontelolaattoja nostettaessa.

Tila ja työmaiden ahtaus nousi esille lähes jokaisessa haastattelussa. Monista haastattavista tuntui haasteelliselta löytää yhä ahtaammiksi käyville tonteille tilaa rakenteelliselle putoamissuojaukselle. Skanska Konevuokraukselta saatava valmis telinejärjestelmä vie vähintään metrin verran tilaa leveydeltä, sekä noin 10 metriä pituudelta. Tilaongelmia voidaan ratkaista kuitenkin eri tavoin. Yksi vaihtoehto on toteuttaa purkupaikka olemassa olevan tai väliaikaisen seinän viereen, jolloin teline tarvitaan vain toiselle puolelle kuorma-autoa. Näin vältetään lisäksi valjaiden ja turvaorsien käytöltä. Myös suunnittelun merkitys korostuu. Jos purkupaikan vaatimukset huomioidaan jo aikaisessa vaiheessa työjärjestystä ja aluesuunnitelmaa mietittäessä, on todennäköisempää, että sille saadaan myös vaadittava tila järjestettyä. Suunnittelun hyödyt huomataan monesti, kun verrataan ahtaalle tontille rakentamista laajalle tontille rakentamiseen; Haastatteluissa ilmeni, että ahtaan tontin työmaa voi usein olla paremmin järjestetty ja "tilavampi", kun laajalla tontilla logistiikan suunnittelu oli jätetty vähemmälle huomiolle vedoten tontin suureen kokoon. Lisäksi haastatteluissa pohdittiin, voisiko tilaaja jo hankesuunnittelua tehdessä vaikuttaa asiaan. Kun tiedetään, että tontti tulee olemaan ahdas ja mahdollinen ontelolaattojen purkupaikka vaikea tai mahdoton toteuttaa, voitaisiin ehkä miettiä muuta toteutustapaa rungolle ja välipohjarakenteille. Yhteistyö ja tietoisuuden lisääminen kaikkien osapuolten välille voisi ehkäistä tilanpuutteesta johtuvien ongelmien ja mahdollisten työturvariskien syntymistä.

Toinen paljon keskustelua herättänyt aihe oli erilaisten valjaisiin ja turvaorsiin tukeutuvien putoamissuojajärjestelmien käyttö- ja työturvallisuusongelmat purkupaikoilla. Vaijerit ja mahdolliset liinat, joissa valjaiden tarraimet ovat kiinni, ovat ongelmallisia nähdä nosturin korkealla olevasta ohjaamosta. Usein tarraimet ovat kiinni turvaorsissa (nk. "hirsipuu"), joka saattaa pyöriä hallitsemattomasti esimerkiksi tuulisella säällä. Gustaf-Wilhelm -korttelin työmaan haastatteluissa etenkin tämä asia nousi esiin, sillä rakennettava tontti sijaitsee Helsingin Kalasatamassa, aivan meren tuntumassa, jossa tuuli on enemmän tai vähemmän läsnä joka päivä. Osan mielestä kuorman päällä turvaorissa ja valjaissa oli jopa turvattomamman tuntuista olla kuin ilman niitä. Ongelmia on ollut myös valjaiden tarraimien kanssa. Jos kuormaa purkaessa ovat käytössä valjaat ja tarrain, on huolehdittava myös, että tarrain on riittävän korkealla maasta ja, että tarraimen pysäytysmatka riittävän lyhyt. Osa käytössä olevista tarraimista pysäyttää putoamisen vasta yli kahden metrin jälkeen, jolloin siitä ei kuormaa purkaessa ole käytännössä ollenkaan hyötyä. Jos työmaalla on päädytty valjaisiin tukeutuvaan putoamissuojaukseen kuorman purussa, tärkeäksi asiaksi korostuu kuorman purkua suorittavien henkilöiden perehdytys ja asenne turvalliseen toimintaan. On tehtävä selväksi, että jokaiseen nostoon kuuluu esimerkiksi valjaiden vaijerin ja turvaorren asennon tarkastus pois nostettavan laatan tieltä. Alamiehen rooli on antaa nostomerkki vasta, kun nosto on varmasti turvallinen suorittaa.

Viimeisenä asiana, joka nousi lähes jokaisessa haastattelussa esiin, oli kuorma-autojen kuljettajat ja heidän ammattitaito ontelolaattojen käsittelyssä. Haastateltavat olivat huomanneet huomattavaa vaihtelua ontelolaattoja kuljettaneiden henkilöiden tietotaidoissa kuormaa purettaessa ja esimerkiksi nostosaksien käytössä. Usein elementtien toimitussopimuksissa on maininta, että kuorman kuljettaja osallistuu työmaalla kuorman purkuun. Osalla kuljettajista ei ole välttämättä ollut henkilökohtaisia turvavarusteita tai ollut ikinä osallistunut ontelolaattojen nostoihin saatikka saanut koulutusta, miten se tapahtuu. Kun käsitellään raskaita betonielementtejä, on erityisen tärkeää, että käsittelyyn osallistuvat henkilön on koulutettu työhön ja tietävät riskit sekä oikeat työtavat, kuten nostosaksien oikeaoppisen kiinnityksen ontelolaattaan. Asiaan on vaikea vaikuttaa työmaan puolelta, mutta esimerkiksi yhteistyöllä elementtitehtaiden ja kuljetusliikkeiden kanssa voitaisiin asiaan saada muutosta aikaan. Elementtitehtaat voitaisiin velvoittamaan esimerkiksi sopimusteknisillä asioilla käyttämään kuljetusliikkeitä ja kuljettajia, jotka on koulutettu elementtien ja ontelolaattojen parissa työskentelyyn.

#### 4.4 Ontelosaksien käyttö ja riskit elementtityössä

Työmaahenkilöstöä haastatellessa haettiin myös kantaa ontelolaattojen nostoissa käytettäviin nostosaksiin. Mielipiteet nostosaksista ja niiden turvallisuudesta olivat jakautuneita. Enemmistö tunsi kuitenkin nostosaksien käytön ontelolaattojen nostamiseen melko vaarallisena menetelmänä. Nostosaksien käytöstä johtuneita onnettomuuksia tai läheltä piti -tilanteita, on vuosittain sattunut myös Skanskalle. Yleisimmät ovat liittyneet ontelolaatan putoamiseen nostosaksista saksien turvaketjujen varaan johtuen yleensä joko ontelolaatan nostourien huonosta laadusta, nostosaksien virheellisestä asennuksesta nostouriin tai nostosaksen teknisestä viasta. Vaikka tilanteita ei satu usein ja oikein käytettynä osa haastateltavista mielsi nostosakset täysin turvalliseksi tavaksi nostaa, on asia silti tarpeen noteerata elementtityön turvallisuudesta keskusteltaessa. Jokainen tilanne, jossa ontelolaatta irtoaa noston aikana saksesta, on potentiaalisesti hengenvaarallinen.

Skanskan työmaalla sattui vuonna 2015 läheltä piti -tilanne, jossa ontelolaatta tippui turvaketjujen varaan. Nostosaksien keskiketju, jolla sakset nostettaessa kiristyvät kiinni laattaan ei kiristynyt tarpeeksi, joka aiheutti saksen irtoamisen. Tilanne pääsi tapahtumaan, vaikka nostosakset oli tarkastettu sakset toimittaneen ontelolaattatehtaan mukaan ennen niiden toimitusta työmaalle. Tällaiset inhimillisistä erheistä johtuvat läheltä piti -tilanteet pitäisi saada minimoitua, kun on kyse mahdollisesti hengenvaaraa aiheuttavista seurauksista. Ongelmia aiheuttavat yleensä myös tilanteet, joissa nostosaksia on mukana kiinnittämässä kuorma-auton kuljettaja, jolla ei ole aikaisempaa kokemusta ontelolaattojen käsittelystä.



Kuva 10. Nostettaessa murtunut ontelolaatta. Kuvan kaltaiset tilanteet ovat aina erittäin vaarallisia. (Kuva: Skanska)

Nostosaksia turvallisempi vaihtoehto ontelolaattaelementtien nostoille olisi muualla Euroopassakin yleiset nostolenkit. Esimerkiksi Ranskassa saksinostot ovat monilla työmailla jopa kiellettyjä turvallisuussyistä. Valuun ontelolaattatehtaalla upotettavien nostolenkkien ongelmaksi on lähinnä koettu lisääntyneet kustannukset elementtitehtaalla sekä kompuroinnin mahdollisuus lenkkeihin laatan asennuksen jälkeen. Kompastumiset ja kaatumiset aiheuttavat eniten työtapaturmia rakennustyömaalla. Käytännössä lenkit tulisi katkaista esimerkiksi kulmahiomakoneella heti asennuksen jälkeen. [15.]

Suomessa Peikko Group on kehittänyt elementtejä varten kuulapääankkureihin perustuvan nostojärjestelmän. Valuun upotettava kuulapääankkuriin kiinnitetään nostoa varten erillinen nostolukko, joka kiinnitetään nosturin nostorakseihin. Asennuksen jälkeen nostolukko voidaan helposti irrottaa ja varauskolo täyttää esimerkiksi betonilla. Kuljetusta ja varastointia varten ankkuri voidaan suojata varauskumilla, joka istuu ankkuriin sopivasti. [14.]



Kuva 11. Peikko Groupin elementtiin asennettavat KK-nostoankkuri sekä nostolukko

Haastattelussa selvisi, etteivät tällaiset valuun upotettavat ankkurit ole kuitenkaan aina olleet puhtaita tehtaalta saapuessa. Niiden auki piikkaaminen hidastaa oleellisesti usein urakalla tehtävää elementtiasennusta, ja niitä käytettäessä olisikin tärkeää varmistaa ontelolaatat toimittavan tehtaan kanssa siitä, että nostolukkojen kolot laatoissa ovat varmasti puhtaat ja käyttökuntoiset, kun ontelolaatat saapuvat työmaalle. Asia kannattaa esimerkiksi sisällyttää sopimukseen. Kustannussyyt nousivat asiassa myös esille. Toisaalta puhtailla lenkeillä tai ankkureilla nostot saattaisivat nopeutua nostosaksiin verrattuna työturvallisuuden parantumisen lisäksi.

Esimerkiksi Rakennusliitto on puhunut nostolenkkien puolesta jo pitkään ja haluaisi nostosaksista eroon esimerkiksi velvoittamalla ontelolaattavalmistajat nostolenkkien käyttöön. Aluehallintoviraston haastattelussa selvisi asiasta keskustellessa, että myös he tunnistavat riskit nostosaksien käytössä, mutta viranomaisten puolelta ei ole odotettavissa veloitteita nostolenkkien käyttöön ainakaan lähivuosina. Asiassa tällä hetkellä lähinnä korostuukin isojen rakennusliikkeiden rooli mahdollisina suunnannäyttäjinä asiassa, sekä tilaajien intressit huomioida nostosaksien työturvallisuusriskit vaatimalla esimerkiksi urakkatarjouksessa ontelolaattojen nostotavaksi jonkin muun vaihtoehdon. [15.]

#### 4.5 Alamiesten rooli elementtiasennuksessa

Haastatteluissa pyrittiin myös selvittämään alamiesten taitotasoa ja mahdollisia ongelmia ja riskejä, joihin alamiehen toiminta vaikuttaa. Esimerkiksi Rakennuslehti uutisoi vuoden 2017 keväällä seuraavasti liittyen ontelolaattojen nostoihin: "...suurin osa onnettomuuksista olisi voitu välttää alamiehen ja nosturinkuljettajan hyvällä yhteistyöllä." Tämä ei kuitenkaan ollut Skanskan työntekijöille tehdyissä haastatteluissa täysin paikkaansa



pitävää. Haastatteluiden perusteella useimmat vaaratilanteisiin johtaneet virheet johtuivat alamiehen sijaan nostossa mukana olevan kuorma-auton kuljettajan toiminnasta. Skanskan omissa elementtiasennusryhmissä on mukana yleensä oma alamies, joka kulkee muun ryhmän mukana työmaalta työmaalle, ja näin tuntee ryhmän toimintatavat ja on hitsautunut osaksi ryhmää. Skanskan 5-miksi-raportit tapaturmista ja läheltä piti -tilanteista osoittavat samaa; Useissa ontelolaattojen purkuun liittyvissä raporteissa kuorma-auton kuljettajan toiminta on ollut keskeisenä tekijänä. Yleisesti Skanskan omien alamiesten tietotaito koettiin hyväksi ja toiminta vastuulliseksi. Alamiehen tehtävänä on vastata nostojen turvallisuudesta kuormaa purettaessa, kuten esimerkiksi varmistaa, että kuorma-auton kuljettajan henkilökohtaiset suojaruuvit, kuten valjaat, ovat tarvittaessa kiinnitettynä, nostosakset kiinnitetty huolellisesti laatan uraan ja turvaketju kiristettynä sekä tarkistaa, että nostettava elementti on ehjä eikä siinä ole halkeamia. Haastateltavat olivat kokeneet, että turvallisen työskentelyn asenne purkupaikoilla on kasvanut, ja että Skanskan omat alamiehet toimivat yleisesti vastuullisesti ja tietävät vastuunsa.



Kuva 12. Alamiesten tehtävänä on varmistaa, ettei kuorman päällä ole henkilöitä ilman putoamissuojausta

Toisaalta haastatteluissa tuli esille, että alamiesten koulutuksia voitaisiin lisätä. Tällä hetkellä osa elementtiasennusryhmien työntekijöistä käy säännöllisesti koulutuspäivillä elementtitehtailla. Tätä voitaisiin soveltaa myös alamiesten tietotaidon ylläpitoon. Alamiehet



voisivat lähteä esimerkiksi ontelolaattatehtaalle päivän koulutukseen käymään läpi turvallisia nostotekniikoita ja muita työhön liittyviä seikkoja. Kaikki haastateltavat tuntuivat korostavan hyvän alamiehen merkitystä turvallisessa työskentelyssä kuormia purkaessa.

#### 4.6 Aluehallintoviraston toimenpiteet

Opinnäytetyötä varten käytiin myös haastattelemassa Etelä-Suomen aluehallintaviraston edustajaa aiheeseen liittyen. Etelä-Suomen aluehallintavirasto aloitti keskustelun betoniteollisuuden kanssa ontelolaattojen kuormauksen, kuljetuksen ja purun työturvallisuuteen liittyen vuonna 2011. Tarkoituksena oli aloittaa työturvallisuuden parantamisesta varastoinnin ja kuorman tekemisen kanssa, mikä onkin AVI:n edustajan mukaan saatu aloitushetkestä huomattavasti turvallisempaan suuntaan. Seuraavana prosessina on ollut työmaiden kuormien purun tarkastelu. Syksyn 2017 tehotarkastuksen kaltaisia tarkastuksia aiotaan jatkaa, mutta tärkeimpänä turvallisuutta edistävänä tekijänä AVI näkee tiiviin yhteistyön jatkamisen rakennusteollisuuden, betoniteollisuuden ja rakennusliiton välillä. Resurssit varsinkin valtakunnallisiin tehotarkastuksiin ovat rajalliset, ja senkin takia yhteistyön merkitys korostuu. Aluehallintaviraston mukaan suunta on kuitenkin ollut oikea, ja tahtotila turvallisuuden kehittämiseen on olemassa.

AVI:n suositus elementtien purkupaikalle on kiinteä, rakenteellinen purkupaikka. Valjaat ja taivaskoukut ovat myös hyväksyttäviä tapoja, mutta niiden mukanaan tuomien ongelmien takia eivät kuitenkaan suositeltuja. Muihin turvallisuusseikkoihin ontelolaattojen purkutyössä, kuten nostosaksien käyttöön, aluehallintoviraston kanta oli melko vähäsanainen. Ainakaan lähitulevaisuudessa AVI ei aio asettaa esimerkiksi lain keinoilla nostosaksien käyttöä pannaan, mutta myöntää kyllä nostosaksien turvallisuusriskit.

## 5 Putoamissuojaus maailmalla, kehitysehdotuksia

Suomessa käytettävien, olemassa olevien putoamissuojausmenetelmien lisäksi muualla maailmassa on käytössä järjestelmiä, joita ei ainakaan vielä ole Suomessa lähdetty kehittämään. Erityisesti Isossa-Britanniassa asiaan on paneuduttu ja järjestelmiä kehitetty käyttöön, sillä työturvallisuussäännökset vaativat asianmukaista putoamissuojausta myös siellä. Aihe on kuitenkin suhteellisen tuore, kuten yleisesti työturvallisuuskulttuurin

parantaminen rakennusosalalla; Asiaan perehdyttyä selvisi, että Suomi on monessa työturvallisuuteen liittyvässä asiassa ja innovaatioissa edellä myös monia Euroopan maita.

Tässä luvussa on tarkoitus esittää Suomessa vielä käyttämättömistä menetelmistä kaksi ottamatta kantaa suuremmin niiden soveltuvuuteen Suomessa, sekä esitellä näiden pohjalta oma mahdollinen kehitysidea putoamissuojaukselle. Luvun ideana on esittää uusia näkökantoja putoamissuojauksen toteuttamiselle ja jatkokehitykselle.

## 5.1 Ilmalla täytettävä putoamissuojaus

Ilmalla täytettäviä putoamissuojauksia on käytössä erityisesti Isossa-Britanniassa. Putoamissuojaus koostuu useista ilmapatjoista, jotka kiinnitetään toisiinsa ja täytetään verkkovirralla tai bensiinillä toimivalla ilmapumpulla, muodostaen kuorma-auton lavan ympärille putoamista vaimentavan ilmatyynyn. Järjestelmä on mahdollista asentaa auton ympärille ja täyttää noin 15 minuutissa. [20.]



Kuva 13. Ilmatyynyihin perustuva putoamissuojajärjestelmä.

Järjestelmän moduuleja saa eri pituisina, levyisinä sekä eri kappalemäärinä, joten se sopii useimpiin eri mittaisiin tai levyisiin perävaunuihin. Järjestelmää voidaan säilyttää tyhjänä joko työmaalla tai kuorma-auton kyydissä. [20.]

## 5.2 Erilaiset kaidejärjestelmät

Monessa haastattelussa tuli ilmi, että auton mukana kulkevia kaidejärjestelmiä oli ideoitu ja pohdittu ratkaisuksi putoamissuojaukseen. Isossa-Britanniassa tällaisia kaidejärjestelmiä on käytössä, ja kaksi hieman erilaista variaatiota vaikuttivat mielenkiintoisilta.



Kuva 14. Lavaan asennettava kaidejärjestelmä.

Kuvan kaidejärjestelmä on isobritannialaisen MK Engineering Services -yhtiön kehittämä. Auton lavaan tulevat kiinnikkeet saadaan kiristettyä lavaan kiinni ilman työkaluja. Kiinnikkeisiin tulevat teleskooppipystytolpat, joihin vaakarakenteet voidaan vastaavasti kiinnittää. Työskentelytaso on moduulimittainen, ja sen voi asentaa kiertämään koko lavan, tai pelkästään yhden sivun tai osan siitä, kuten yllä olevassa kuvassa 14. Järjestelmään kuuluu myös alumiinitikkaat lavalle kiipeämiseen. [21.]



Kuva 15. Kiinnikkeet soveltuvat lähes jokaiseen lavaan. Työtasoa ei ole pakko asentaa koko lavan ympärille.

Valmistajan mukaan järjestelmän saa asennettua lavalle maasta käsin noin 7-15 minuutissa. Työkaluja asennukseen ei tarvita. Lavaan tulevat kiinnikkeet sopivat useimpiin kuorma-autojen lavoihin, joten yksi kaidepaketti riittäisi työmaalle riippumatta siitä, millä tavalla lavalla ontelolaatat työmaalle tuodaan. [21.]



Kuva 16. Isobritannialaisen NTC-yhtiön auton lavassa kiinteästi oleva kaidejärjestelmä

Toinen variaatio kaiteisiin pohjautuvasta putoamissuojauksesta on myöskin Isosta-Britanniasta tulevan NTC -yhtiön Pathfinder Safety System -nimellä kulkeva, kuorma-auton lavassa kiinteästi mukana kulkeva järjestelmä. Yksi henkilö saa avattua järjestelmän toimintakuntoon valmistajan mukaan alle viidessä minuutissa ilman työkaluja. Laidat aukeavat nivelillä lavan reunoille, jonka jälkeen työskentelytason saa pudotettua paikalleen. [22.]





Kuva 17. Työntekijä aukaisee laidat auki työtasoa varten.

Järjestelmään kuuluu lisäksi alumiinitikkaat, jotka kiinnittyvät lavan etuosan pätyyn lavan suuntaisesti, mahdollistaen turvallisen nousun ja minimoiden tilavaatimukset leveys-suunnassa. Järjestelmää ei internetlähteiden perusteella ole käytetty paljolti ontelolaattojen kuljetukseen, mutta se vaikuttaisi olevan mahdollinen käyttää myös siihen. Lavan laidat saa pudotettua myös alas, jonka vuoksi se toimisi hyvin myös Suomessa ontelolaattojen kuormaukseen. Nykyiset, laidalliset lavat eivät ole toimineet ontelolaattojen tehtaän välivarastointitavasta johtuen. [22.]



Kuva 18. Lavan laidat saa tiputettua myös alas, jolloin sitä voisi myös käyttää Suomessa ontelolaattojen kuljetukseen ja kuormaukseen.

### 5.3 Kehitysehdotuksia ja ideoita putoamissuojajärjestelmälle

Seuraavat ehdotukset ovat puhtaasti innovointia ja kehitysmahdollisuuksia esitteleviä, eikä niiden ole välttämättä tarkoitus ottaa kantaa kaikkiin varsinaisen toteutuksen tuomiin haasteisiin tai esteisiin.

#### 5.3.1 Nivelet ja kaiteet -järjestelmä

Koska ontelolaattatehtailla välivarastointi ja kuormaus ei tällä hetkellä tue laidallisia kuorma-autojen lavoja, olisi nopean ja helpon käyttöönoton vuoksi edullista, että auton lavan laidat saataisiin kuljetuksen tai kuormauksen ajaksi alas. Edellisessä kappaleessa mainittua, auton lavassa kiinteänä olevaa kaidejärjestelmää voidaan käyttää pohjana kehitystyölle. Lava voitaisiin muokata esimerkiksi lisäämällä pikalukituksella toimivia niveliä laitojen kriittisiin kohtiin niin, että kaikki laitojen alumiinikaiteet saisi laskettua nippuihin auton lavan reunan viereen samalle korkeudelle. Joko heti kuormauksen jälkeen, tai työmaalla purkutyöhön lähdeittäessä nivelillä varustetut kaiteiden osat voisi nostella ja lukita paikalleen. Jos tämä toteutettaisiin pikalukittavilla nivelillä, ei laitojen toimintakuntoon laittoon kuluisi myöskään liikaa aikaa. Pystytolpissa olisi lisäksi teleskooppivarsi, jolloin laidat saadaan säädettyä tarvittavalle korkeudelle ontelolaattojen kanssa.





Kuva 19. Esimerkiksi kuvan kaltaisilla nivelillä kaiteet olisivat helppo ja nopea pystyttää.

Lisäksi kaidejärjestelmään voisi tuoda teknologiaa ja automaatiota mukaan. Pystyttäminen ja purkaminen auton lavalle voisi tapahtua esimerkiksi hydraulisesti älylaitteelta.

### 5.3.2 Henkilökohtainen ilmatyyny

Henkilökohtaisia ilmatyynyjä on jo jonkin aikaa kehitetty moottoripyöräilyyn parantamaan kolaritilanteiden turvallisuutta kuljettajalle. Lisäksi tekniikasta on viime aikoina kiinnostunut autoteollisuus, sillä tulevaisuuden autoista ennustetaan itseajavia. Tämä tulee todennäköisesti johtamaan autojen perinteisen istuinjärjestyksen muuttumista ja auton sisällä vapaammin liikkumista ajon aikana. Henkilökohtaisten ilmatyynyjen teknologia on isojen auto- ja moottoripyöräteollisuuksien myötä kehittynyt ja erittäin vartenotettavaksi.

Saman tekniikan voisi sisältää esimerkiksi työntekijän työkaluliiviin. Liivin sisälle asennettavat turvatyyny selän, lantion, niskan ja rintakehän alueelle täytyisivät automaattisesti työntekijän putoamisen sattuessa. Täyttymistä voidaan helposti säätää esimerkiksi asentamalla kiihtyvyyttä mittaava anturi liiveihin; Työntekijän pudotessa esimerkiksi yli kahden metrin matkan liivin kiihtyvyyttä mittaava anturin arvo ylittää sallitun rajan ja ilmatyyny täyttyvät, vaimentaen pudotuksen.



Kuva 20. Moottoripyöräilijälle kehitetty henkilökohtainen turvatyynyliivi. Samaa tekniikkaa voitaisiin soveltaa rakennustyössä käytettäviin työkaluliiveihin ja haalareihin.

Tällä ratkaisulla vältettäisiin telineiden, kaiteiden ja muiden rakenteiden tarvitsema tila sekä säästettäisiin aikaa niiden rakentamiselta sekä purkamiselta. Lisäksi liivi ei häiritse työntekoa samalla tavalla kuin esimerkiksi valjaat ja vaikeasti nosturista havaittavat tarraimien vaijerit.

Idean saatua lähdin tutkimaan, onko vastaavaa toteutettu rakennusalalle vielä. Yhdysvaltalainen suunnittelija Matthew Tucker on rakentanut rakennusalalle sopivan prototyypin, joka vaikutti erittäin lupaavalta. Toistaiseksi vastaavaa tuotetta ei ainakaan ole markkinoilla, mutta kehitystyöllä idea voisi olla erittäin käyttökelpoinen muuhunkin työhön rakennustyömaalla kuin kuorman purkuun.



Kuva 21. Matthew Tuckerin prototyyppi rakennusalan turvatyynyliivistä.

## 6 Yhteenveto

Alkuun pääsemisen vaikeuksista huolimatta opinnäytetyön prosessi sujui hyvin. Työstä tuli suhteellisen onnistunut ja aloituspalaverissa asetetut tutkimustavoitteet saavutettiin. Kattavien haastattelujen avulla sain hyvän kuvan ongelmista ja mahdollisista ratkaisuista niihin. Asian selvittämistä helpotti se, että aihe on 2017 vuoden syksystä asti ollut esillä todella isosti ja näin ollen siihen oli jo alettu kehittämään ratkaisuja eri tahoilta. Työn edetessä aiheen rajausta osoittautui hieman kapeaksi, joten päänvaivaa lähinnä aiheutti sisällön tarpeeksi laajaksi saaminen opinnäytetyön vaatimusten täyttämiseksi.

Opin työtä tehdessäni sen, että työtehtävän, tai tässä tapauksessa tutkimuksen, ollessa itselle mielekäs, sen tekeminen on jopa motivoivaa ja halu selvittää asioita ja edetä prosessin parissa on suuri. Itsenäisesti asioiden sopiminen ja oman aikataulun laatiminen sekä töiden tahdistaminen sopivat minulle hyvin. Työn tekoa helpotti myös se, ettei samaan aikaan ollut töissä eikä koulun kursseissa ollut suurta työtaakkaa yhtäaikaaisesti. Ajatukset pysyivät hyvin pelkästään opinnäytetyön tekemisessä.

Opinnäytetyön tulosten perusteella voidaan päätellä, että erilaisia putoamissuojausjärjestelmiä on jo melko hyvin saatavilla ja kehitetty Suomessa ontelolaattojen kuorman purkuun. Ongelmaan on selkeästi tartuttu viranomaisten toimesta, ja suuret rakennusliikkeet ovat ottaneet asian oikealla vakavuudella vastaan ainakin Etelä-Suomessa. Tavoitteena on saada putoamissuojaus kuntoon myös maanlaajuisesti, mutta niukat re-

surssit valvontaan ja osin pinttyneet asenteet tuovat tähän haasteita. Tulosten ja haastatteluiden perusteella työturvallisuus ontelolaattojen purkutyössä on moninainen kokonaisuus, johon putoamissuojauksen lisäksi vaikuttavat alamiehen ja kuorma-autokuljettajan ammattitaito ja asenne, käytössä olevat nostoelimet ja niiden toiminta sekä runkotyönjohtajan panos ja suunnittelutyö. Turvallisuutta voitaisiin entisestään parantaa huomioimalla mahdolliset ongelmat purkupaikoille, kuten ahtaat työmaat, jo etukäteen hankesuunnittelua tehdessä. Työturvallisuusnäkökulman miettiminen jo aikaisessa vaiheessa rakennusprojektia edistäisi turvallisuutta. Voidaan esimerkiksi valita välipohjien toteutustavaksi paikallavalu, jos huomataan jo ajoissa, että työmaalle on hankala toteuttaa rakenteellista putoamissuojausta. Jo käytössä olevien putoamissuojausjärjestelmien lisäksi voitaisiin tutkimus- ja kehitystyötä kohdentaa muualla Euroopassa käytössä oleviin putoamissuojausjärjestelmiin ja pohtia niiden soveltuvuutta Suomessa. Kaikkien osapuolten kannalta helpoin tapa toteuttaa putoamissuojaus olisi rakenteellinen suojaus, joka kulkisi kuorma-auton mukana työmaalta työmaalle, olisi nopea laittaa käyttökuntoon ja veisi vähän tilaa auton ympäriltä. Tällä hetkellä tällaista ratkaisua ei ole vielä käytössä, mutta esimerkiksi opinnäytetyössä mainittua kaidejärjestelmää kehittämällä voitaisiin sellainen saada aikaan.

Jos tutkimusta jatkettaisiin pidemmälle, voisi siihen paras tapa olla lähteä tekemään lisää tutkimus- ja kehitystyötä uudelle, auton mukana kulkevalle putoamissuojaukselle. Lisäksi voitaisiin lähteä edelleen tutkimaan nostolenkkejä ja ankkureita vaihtoehtoina nostosaksille ottamalla ontelolaattatehtaan kehitysosastoa mukaan tutkimukseen esimerkiksi haastattelujen muodossa.

Lopuksi haluaisin vielä kiittää kaikkia opinnäytetyöhön apunsa antaneita, etenkin valvojaopettaja Juha Virtasta, Skanskan työpäällikköä Mikko Vaittista, kaikkia haastatteluihin osallistuneita Skanskan työntekijöitä, ystäviä, jotka pitivät huolen siitä, että viikkoihin mahtui muutakin tekemistä opinnäytetyön lisäksi.

## Lähteet

- 1 Suomen Betoniyhdistys ry. 2004. Betonitekniikan oppikirja 2004., viides, uudistettu painos. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2007
- 2 Lehtinen, R. Rakennustieto Oy. 2015. Rakennushankkeen työturvallisuus. 2., uudistettu painos. Meedia Zone Oü, Viro 2015
- 3 Piittaamattomuus jatkuu elementtikuormien purkutöissä - viranomaiset aloittavat tehovalvonnan. 14.8.2017. Rakennuslehti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/08/piittaamattomuus-jatkuu-elementtikuormien-purkutyossa-viranomaiset-aloittavat-tehovalvonnan/>. Viitattu: 12.3.2018.
- 4 Mannila, M. Aluehallintovirasto huolestui valvontaviikon tuloksista – jatkaa elementtikuormien purun seuranta. 13.9.2017. Rakennuslehti. Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/09/aluehallintovirasto-jatkaa-elementtien-purun-valvontaa-valvontaviikon-tulokset-huolestuttavat/>. Viitattu: 12.3.2018.
- 5 Rakennusala - työturvallisuuskeskus. Saatavissa: <https://ttk.fi/tyoturvallisuus-ja-tyosuojelu/toimialakohtaista-tietoa/rakennusala>. Viitattu: 21.2.2018.
- 6 Työtapaturmat rakennusalalla. Työturvallisuuskeskus. Saatavilla: <https://ttk.fi/tyoturvallisuus-ja-tyosuojelu/toimialakohtaista-tietoa/rakennusala/tyotapaturmat-rakennusalalla>. Viitattu: 21.2.2018.
- 7 Työturvallisuus rakennusalalla, perustietoa. Rakennusteollisuus. Saatavilla: <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Tyoturvallisuus/Tyoturvallisuus-rakennusalalla-perustietoa/>. Viitattu: 2.3.2018.
- 8 Skanska Oy. Kuorman purku, turvallisuus. 4/2017. Skanskan sisäinen tiedote.
- 9 Leino, A. Kuormanpurun turvallisuus. 31.5.2017. Skanska Oy sisäinen tiedote.
- 10 Vahijärvi, H. Ontelolaattakuormien putoamissuojaus Parma Hyrylä / VR Transpoint. 20.12.2012. Powerpoint-esitys.
- 11 Parma Oy. Putoamissuojaus, turvatanko - käyttöohje. 11/2016.
- 12 Ontelolaatta. Elementtisuunnittelu. Saatavilla: <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>. Viitattu: 24.4.2018.
- 13 Parma Oy. Parman ontelo- ja kuorilaatat. Asennus- ja työmaaohje. 25.8.2015. Saatavilla: <http://docplayer.fi/17877426-Parman-ontelo-ja-kuorilaatat-asennus-ja-tyomaaohje-25-8-2015.html>. Viitattu: 24.4.2018.

- 14 Peikko Group. KK nostoankkurijärjestelmä. 10/2009. Saatavilla: [http://d76yt12idvg5b.cloudfront.net/file/dl/i/l\\_tdLA/\\_2tY-gAF6hTgMeEthXYVOFQ/Peikko\\_KK\\_nostoankkurijarjestelma\\_10-2009.pdf](http://d76yt12idvg5b.cloudfront.net/file/dl/i/l_tdLA/_2tY-gAF6hTgMeEthXYVOFQ/Peikko_KK_nostoankkurijarjestelma_10-2009.pdf). Viitattu: 26.4.2018.
- 15 Karkulahti, M. Ontelolaattojen saksinostot koetaan vaarallisiksi, nostopisteitä ehdotetaan tilalle. 19.5.2017. Rakennuslehti. Saatavilla: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/05/ontelolaattojen-saksinostot-koetaan-vaarallisiksi-nostopisteita-ehdotetaan-tilalle/>. Viitattu: 26.4.2018.
- 16 Skanska OY:n Toimihenkilöiden ja työntekijöiden haastattelut. 2018.
- 17 Skanska Talonrakennus Oy. 5-Miksi turvaraportit v.2014-2017.
- 18 Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. 26.3.2009/205. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>.
- 19 Heiska, T., Koskenvesa, A. Betoniteollisuus ry. 2010. Betonielementtien turvallinen asennus., 2. painos. Suomen Rakennusmedia Oy.
- 20 Brilliant Ideas – Blogi. 2016. Saatavilla: <http://www.brilliantideasltd.co.uk/trailer-mats-on-construction-sites/>. Viitattu: 16.5.2018
- 21 MK Trailersafety system PDF -esite. Saatavilla: <http://mkeservices.com/MKTrailersafetySystems.pdf>. Viitattu: 18.5.2018
- 22 The Northern Trailer Company Ltd:n internetsivut. 2018. Saatavilla: <http://www.trailersafetysystems.co.uk/>. Viitattu: 19.5.2018
- 23 Matthew Tuckerin design-blogi. 2018. Saatavilla: <http://www.coroflot.com/Matt-hewTucker/Free-Fall-Tool-Harness-and-Personal-Airbag-System>. Viitattu: 25.5.2018

## HAASTATTELUPOHJA

Nimi:

Tehtävänimike:

Työkokemus (Rakennusalalla yleensä sekä nykyisessä tehtävässä):

TEEMAT:

1. Yleiskatsaus nykyisestä työmaasta (Rakennustapa, valmiusaste, muut yleiset asiat)
2. Työmaan elementtityöt, ontelolaattatyöt ja turvallisuusseikat niihin liittyen
3. Työkokemusperäiset havainnot yleisesti elementtityön ja purkupaikkojen turvallisuudesta
4. Mahdolliset syyt puutteelliselle turvallisuudelle, kehitysideat, hyvät käytännöt

Apukysymyksiä teemojen käsittelyyn:

Onko elementteihin liittyvien töiden turvallisuus omien kokemustesi perusteella riittävän korkealla tasolla? Miksi / miksi ei?

Oletko todistanut onnettomuutta tai läheltä-piti – tilannetta työmaalla elementtejä purettaessa kuormasta tai niitä nostaessa? Jos olet, kuvaile tapahtumaa.

Mitä eri tapoja olet nähnyt käytettävän putoamissuojaukselle elementtirekan purkupai-  
kalla? Mitkä ovat olleet hyviä tapoja, minkä kanssa on ollut ongelmia?

Onko alamiehien tietotaito ja vastuullisuus hyvällä tasolla vai mennäänkö esimerkiksi kiire edellä? Muita huomiota alamiesten toimintaan liittyen?

Elementtien asennusryhmän näkökulma runkotyönjohdosta. Tarvitseeko yleisiä toimintatapoja muuttaa?

Oletko tehnyt elementtien asennussuunnitelmaa? Jos olet, miten työturvaseikat nostoihin liittyen otettiin huomioon suunnitelmassa? Käytitkö mielestäsi tarpeeksi aikaa suunnitelman laatimiseen?

(Haastattelu nauhoitetaan ja litteroidaan jälkikäteen.



